

Rennfeuer Frühe Eisenherstellung



Schmiedezunft Eligius

August 1985

*Diese Broschüre kann bestellt werden bei:
Henri Wegmann
Trubegüetliweg 6
8212 Neuhausen am Rheinfeld*

(Bitte Fr. 7.— in Briefmarken beilegen)

Rennfeuer

Frühe Eisenherstellung



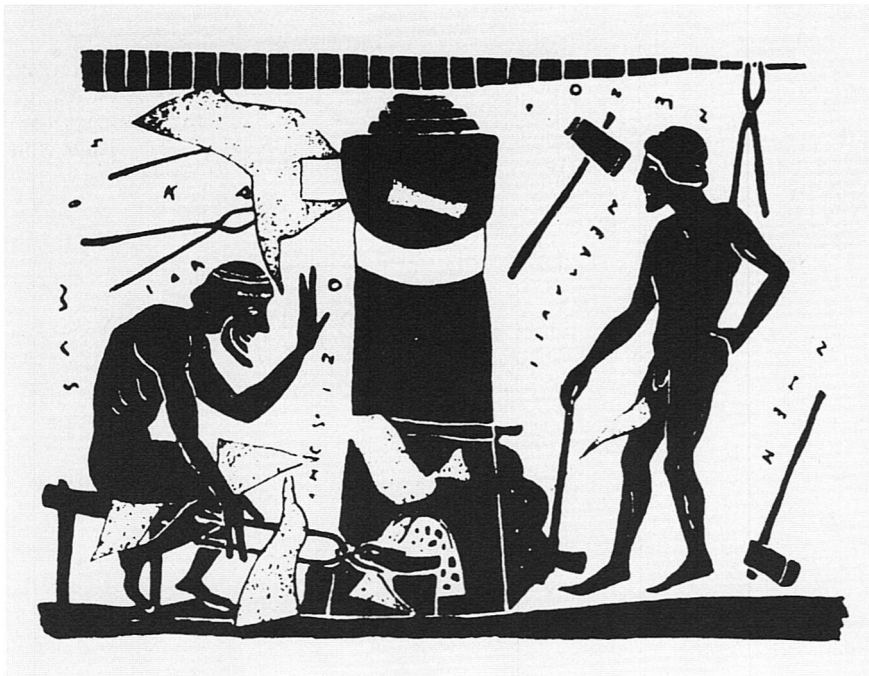
**Schmiedezunft Eligius
8251 Paradies TG**

Ursprung des Eisens

Seit etwa 5000 Jahren ist dem Menschen das Eisen bekannt, vielleicht noch länger. Das erste Eisen, das die Menschen sahen, dürfte Meteoreisen gewesen sein. Funde in Ägypten weisen auf die Zeit um 3000 v. Chr. Man erkennt Meteoreisen am Nickelgehalt von 8–10 %. Sehr alte Eisenstücke fand man bei den Pyramiden von Gizeh, hergestellt um 2500 v. Chr., also bereits durch Reduktion aus Eisenerz von Menschenhand erzeugt.

Versetzen wir uns zurück in diese Zeit. Wie viele Grundlagen mussten schon erschaffen sein, um Eisen herzustellen!

Die Menschen hatten gelernt, mit Feuer umzugehen. Holz oder Kohlenstoff mit Sauerstoff (Luft) zur Verbrennung gebracht, erzeugt Temperatur. Durch diese Hitze konnten sie Tongefäße hartbrennen. Später lernten sie die Temperatur einzusetzen, um aus Kupfererzen Kupfer zu reduzieren und daraus Bronze herzustellen.



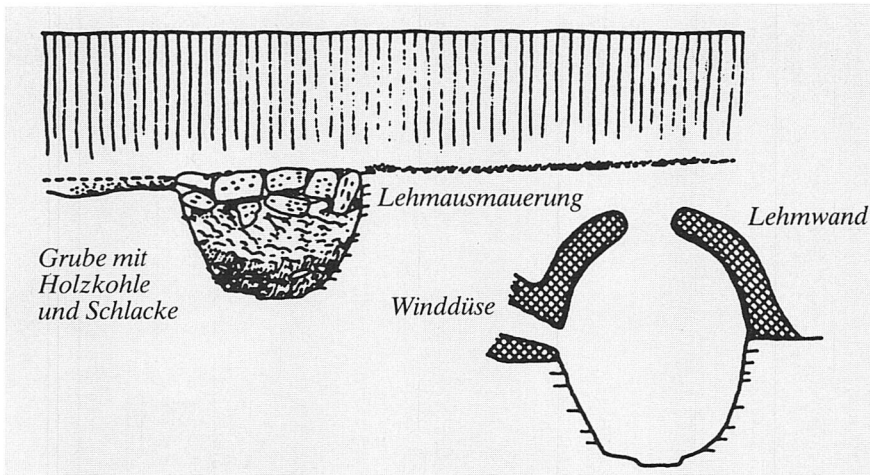
Aus all' diesen Erfahrungen heraus entwickelte sich das Wissen, wie man aus geeigneten Erzen Metalle herstellt, zuerst Kupfer, später das Eisen.

Eisen muss ein kostbarer Stoff gewesen sein, nur Könige konnten sich dieses Metall leisten. Im 3. vorchristlichen Jahrtausend war Eisen nicht ein Gebrauchsmetall. Noch in der Zeit des Hammurabi (um 1725 v. Chr.) galt ein Sekel Silber (8,4 g) 8 Sekel Eisen, aber 120–140 Sekel Kupfer. Eisen war damals fünfzehnmal so teuer wie Kupfer.

Reduktion bedeutet die Überführung von Metalloxyden in Metalle. Es wird dazu Kohlenstoff benötigt. Da dieser eine stärkere Verwandtschaft (Affinität) zum Sauerstoff hat als z. B. Eisen, entzieht er dem Eisenoxyd den Sauerstoff-Anteil.

Rennfeuer auf einer Hellenischen Vase um 500 v. Chr. Der Schmied zieht die Luppe aus dem Ofen.

Eisenschmelzer und Schmiede waren zu dieser Zeit den Medizinmännern gleichgestellt, denn sie mussten besondere Kräfte besitzen, um aus Steinen Waffen und Eisenwerk zu erzeugen.

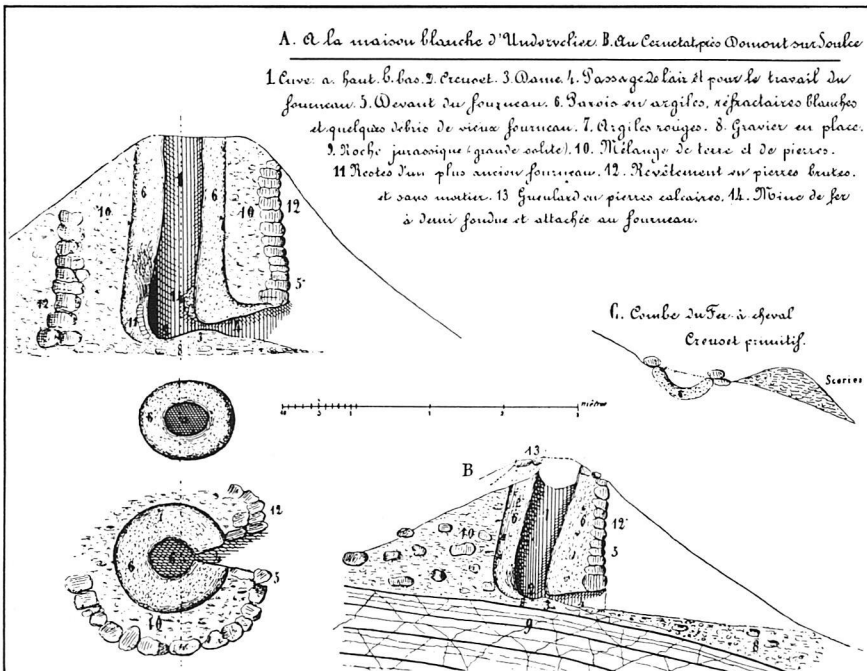


Früheste Stufe des Rennfeuers:
Der Erdmuldenofen.

Hergestellt wurde das Eisen vermutlich zuerst im Raum Anatolien/ Mesopotamien, diese Völker hatten wohl die längste Erfahrung in der Metallherstellung.

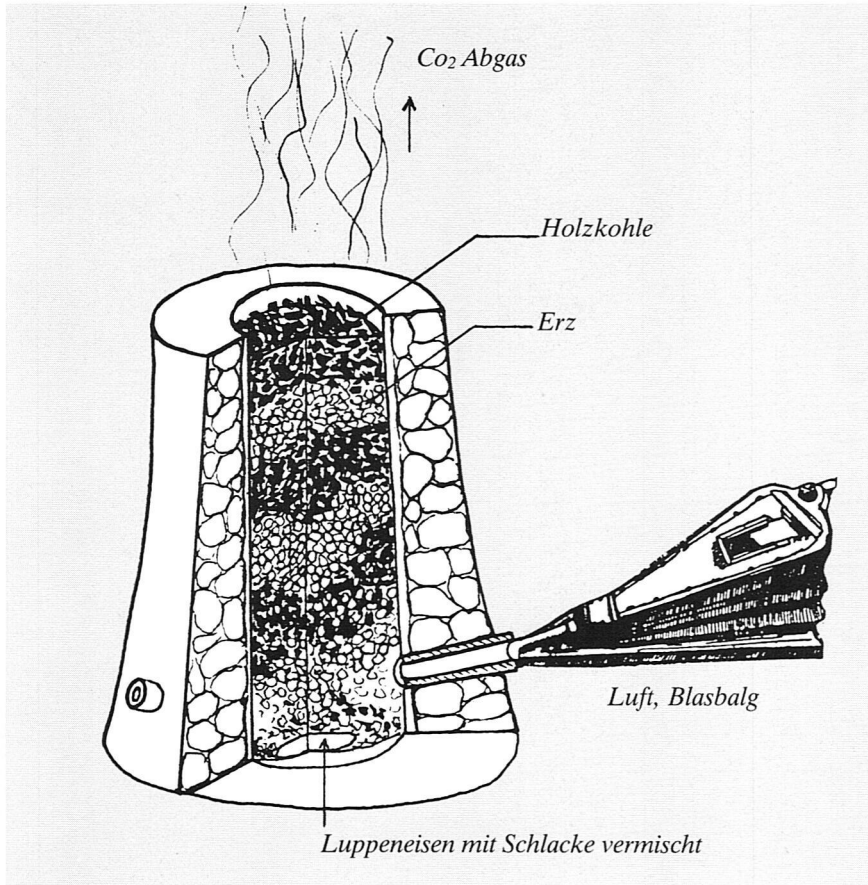
Gewonnen wurde es in Renn- oder Luppenfeuern. In ihrer primitivsten Form waren es mit feuerfestem Lehm ausgekleidete Erdlöcher. In diesen «Mulden» wurde ein Holzkohlenfeuer angefacht und Holzkohle und Erz schichtweise aufgegeben, bis sich mit Hilfe des Windes Temperaturen ergaben, die eine teigige, mit Schlacke durchsetzte Luppe bildete. Später wurden die Hangwinde ausgenützt, um den Prozess etwas zu beschleunigen.

Luppe ist der im Rennfeuer erzeugte Metallklumpen, der sich am Ofenboden bildet wenn durch Temperatur teigiges, reduziertes Eisen zusammenrinnt.



Keltischer Erdloch-Schmelzofen im Jura nach A. Quiquerez.

Grundlagen der Eisengewinnung



Schnitt durch einen Rennofen.

In neueren Versuchen, mit welchen die alte Technik nachgemacht wurde, ermittelte man den Zeitaufwand, der für solche sehr frühe Eisenerzeugung notwendig war.

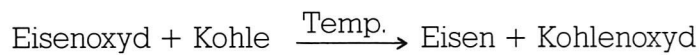
In total 30 Stunden wurden aus 152 kg Erz, mit Hilfe von 208 kg Holzkohle, 17,3 kg Eisen erzeugt.

An diesen Zahlen mag man ermessen, wieviel Mühe und Aufwand es gekostet hat, ein paar Kilo Eisen zu erzeugen.

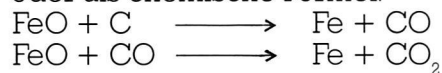
Zur Herstellung von metallischem Eisen braucht es:
EISENERZ
KOHLE
SAUERSTOFF

Und es entsteht unter Temperatureinfluss:
EISEN
GAS
SCHLACKE

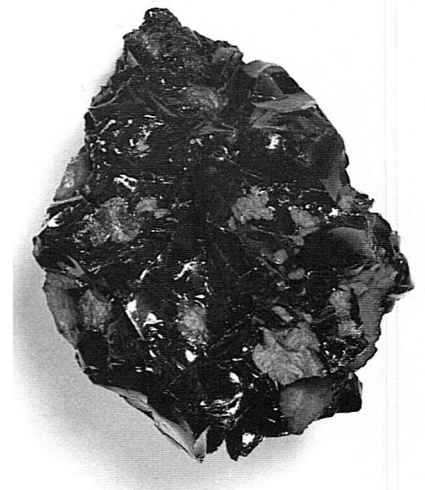
Chemisch ausgedrückt nennt man das REDUKTION



oder als chemische Formel:



Diese Vorgänge laufen schon bei wenigen hundert Grad Celsius ab, die wirtschaftlich genügende Reduktionsgeschwindigkeit setzt aber erst bei etwa 1000°C ein.



Schlacke

Eisenerz



Erzabbau im Jura um 1900.

Ein Erz ist ein Mineral das man technisch zu einem Metall verarbeiten kann.

Die uns Menschen zugängliche Erdkruste enthält durchschnittlich etwa 5% Eisen.

Da örtliche Anreicherungen bis 70% Eisen enthalten, werden nur diese abgebaut.

Es gibt verschiedene Eisenerze:

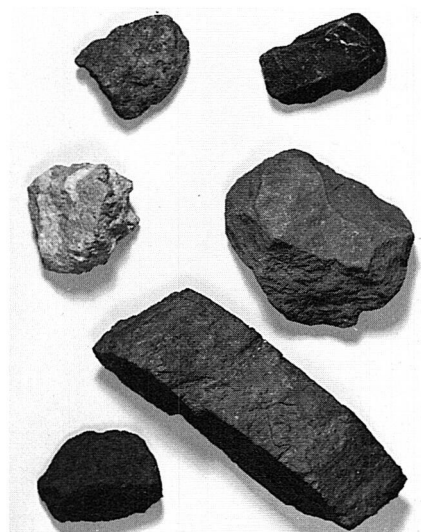
Fe_2O_3 Roteisenstein, Hämatit, Eisenglanz
ist es wasserhaltig, nennt man es Brauneisenstein oder Limonit

Fe_3O_4 Magneteisenstein, Magnetit

$\text{FeO} \cdot \text{CO}_2$ Spateisenstein, Eisenspat, Siderit

Je nach Erzsorte erzeugte man mit einem Rennfeuer aus 100 kg Eisenerz 10–15 kg Eisen

Der Steyrische Eisenberg bei Eisenerz.



Erze

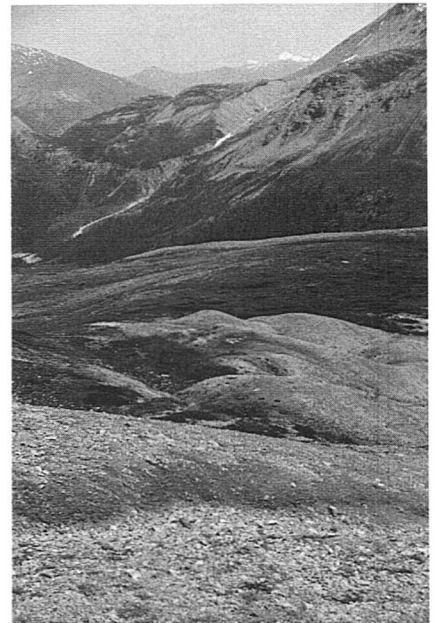
Gewinnung der Erze

In Europa ist an vielen Orten seit der Frühzeit Eisenerz abgebaut worden. Nachdem die Herstellpraxis aus dem nahen Osten nach Westen drang, wurden immer mehr Lagerstätten entdeckt.

Berühmt war das Eisen aus dem Noricum, heute das Grenzgebiet Oesterreich-Slovenien. Auch in Schweden, Deutschland, Frankreich, Polen – in manchen Gegenden Europas wurde Eisenerz abgebaut.

Natürlich fand man auch in der Schweiz zum Verhütten geeignete Eisenerze. Die Grube am Gonzen, im St. Galler Rheintal, lieferte bis in die neuere Zeit gute Erze. Während des 2. Weltkrieges war dieses Gonzenerz ein wichtiger Rohstoff unseres Landes.

Andere Abbaugelände waren dem Jura entlang in der Gegend von La Sarraz im Waadtland und bei Delémont. Auch im Fricktal war eine wichtige Quelle von Bohnerz. Ausläufer dieser Erze wurden im Durachtal bei Schaffhausen abgebaut.



Erzabbaustelle am Munt Buffalora (Ofenpass). Man erkennt Hügel von nicht brauchbarem Gestein bei den Stollenzugängen.



Unter Verhütung versteht man den Prozess, bei welchem durch Temperatur mittels Kohlenstoff der Sauerstoff aus dem Erz entfernt wird.

Das Erz wird zu Eisen reduziert, Dieser Prozess findet heute im Hochofen statt, aber auch das Rennfeuer war ein Verhüttungssofen.

Feuersetzen (aus Agricola).

*A Brennendes Holz
B Holz luftgetrocknet
C Schacht*

Auch in den Alpen fanden sich Abbaugelände, vom Wallis ins Lauterbrunnental bis zum Kanton Graubünden hin. Am Ofenpass befinden sich Erzstollen auf rund 2500 m ü. M.

Unter mühseligen Bedingungen wurde das Gestein dem Boden entrissen. Mit einfachen Werkzeugen, Fäustel, Spitzhacken grub man Stollen.

Die Technik des Feuersetzens bot etwas Hilfe. Am Gonzen wurden Feuerspuren und Aschenhaufen gefunden, die zudem urkundliche Belege bestätigten.

In der Grube wurden Holzstöße abgebrannt, durch die Hitze wurde das Gestein rissig. Vermutlich wurde dieses heisse Gestein zusätzlich mit Wasser abgeschreckt.

Eine unangenehme «Eigenheit» der Schweizer Erze war der hohe Anteil an Gangart, d. h. Gestein, welches kein Eisenoxyd enthält. Noch bei der Abbaustelle wurde daher dieses «taube Gestein» aussortiert und nur Erz, welches als brauchbar empfunden wurde, brachte man zu Tale.

Das kostbare Gut wurde in Säcke verpackt und mit Pferden oder Schlitten zum Ofen geschleppt.

Im Kanton Schaffhausen wurde Bohnerz gewonnen, ein Eisenoxyd, welches in Kugeln- oder Bohnenform vorkommt. In Taschen oder Mulden fand sich das Bohnerz, so dass im Tagbau trichterförmige Gruben ausgehoben wurden, welche man relativ einfach abstützen konnte.

Im Schmelzwerk d. h. beim Ofen, wurde das Erz wenn nötig im Pochwerk zerkleinert, nochmals Gangart herausgelesen (klauben) und unter Umständen noch geröstet. Das Rösten hatte den Zweck, unerwünschte Bestandteile wie Schwefel, Arsenik und Kohlensäure zu entfernen.

Es war also ein weiter Weg, bis das Erz in ofengerechter Form vorlag.

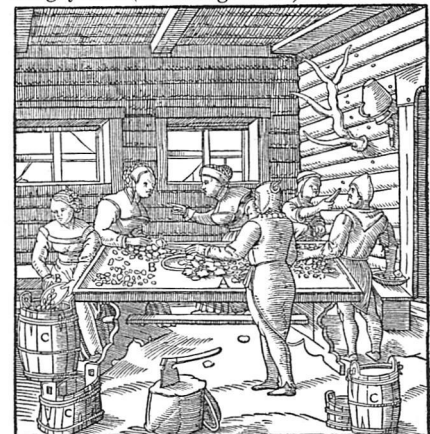
Wenn man sich nun noch vor Augen hält, wie wenig Eisen aus diesem Erz entstand, so kann man erahnen, wieviel Mühe und Schweiss auch diese Arbeit wieder gekostet hat.

Ein Rennfeuer erbrachte etwa den zehnten Teil des Erzgewichtes an Eisen. Natürlich hing dies einerseits vom Eisengehalt des Erzes ab, andererseits auch von der Oxydationsstufe, der im Ofen erreichten Temperatur und anderen Faktoren ab. Aber gewiss brauchte es sehr viel Aufwand, um ein Römerheer mit den entsprechenden Waffen und Rüstungen auszustatten.



Transport von Eisenerz am Gonzen.

Taubes Gestein wurde ausgelesen. Das «Klauben» wurde oft von Frauen ausgeführt (nach Agricola).



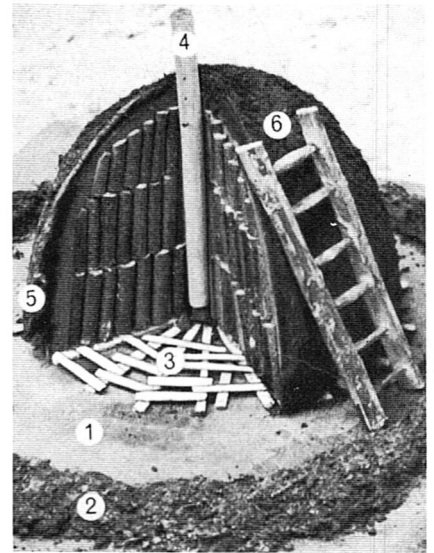
Holzkohle

Die Holzkohle hat bei der Verhüttung zwei Aufgaben:
 Die für die Reduktion erforderliche Wärme zu liefern.
 Das Eisenerz zu reduzieren (d. h. ihm den Sauerstoff zu entziehen).

In Meilern wird Holz durch unvollständige Verbrennung langsam verkohlt. Dabei wird das Holz nicht verbrannt, es entsteht fast reiner Kohlenstoff.

Aus einem Kilo Holz kann etwa ¼ kg Holzkohle hergestellt werden.

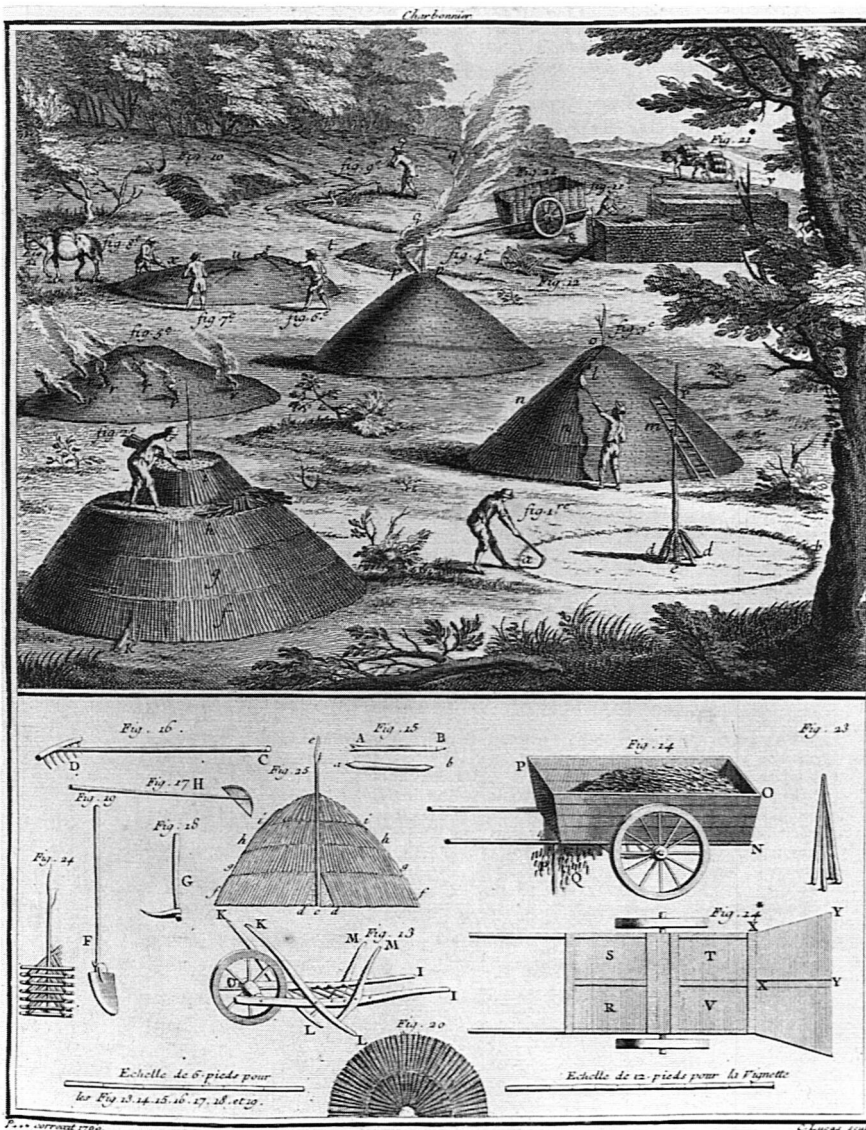
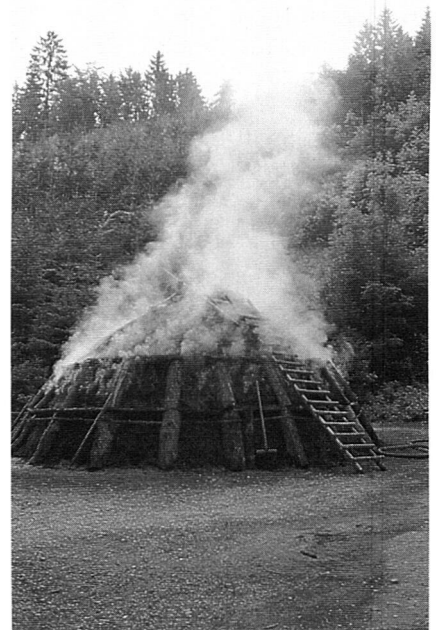
Da für die Herstellung von 100 kg Eisen im Rennofen etwa 1000 kg Holzkohle verbraucht werden, bedeutet das 4000 kg Holzschlag.



Meileraufbau:
 1 Kohlplatz, 2 Löschi, 3 Bodenrost, 4 Füllbaum (Fülleloch, Schacht), 5 Mantel aus Tannenreisig, 6 Mantel aus Löschi.

Meiler (Stich aus Diderot' und D'Alembert).

Holzköhlerei der Schmiedezunft Eligius am Kohlfirst im Jahre 1978



Brennstoffe

Während Jahrhunderten wurde als Brennstoff ausschliesslich Holz bzw. Holzkohle verwendet. Die Hütten d. h. die Eisenwerke standen meist im Wald oder in dessen Nähe und auch die Meilerplätze waren somit bei den Hütten. Noch heute erinnern Flurnamen an das Handwerk des Köhlers z. B. Chölplatz etc.

Der Bedarf an Holzkohle war zur Zeit der Rennfeuer enorm. Mehr als 1000 kg Holzkohle wurden zum Herstellen von 100 kg Luppe verbraucht. 1000 kg Holzkohle entsprechen rund 4000 kg Holz oder etwa 65 Ster.

In der Frühzeit wirkte sich dieser Holzschlag noch nicht sichtbar aus. Mit steigender Produktion jedoch begann man da und dort darüber nachzudenken wie der Holzkohlenbedarf gedeckt werden könnte, da die Wälder zunehmend unter dem Raubbau litten. Besorgte Bürger wehrten sich.

1464 stellte Graf Dietrich von Schleiden fest, dass der «verlehnte Wald völlig ausgehauen» sei, die Holzentnahme wurde kontingentiert.

1581 erlies Königin Elisabeth ein Verbot der Errichtung von Eisenhämmern im Umkreis von 22 Meilen um London und 14 Meilen von der Themse.

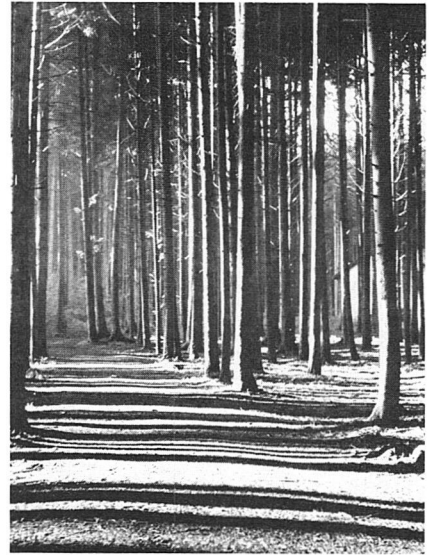
In der Schweiz stellte man vermehrt Bodenerosion fest, im Maderanertal traten öfter Schäden durch Lawinen auf, die ungehindert ins Tal brausen konnten.

1841 wurden in einer Dorfgemeindeversammlung in Silenen unter anderem folgender Vorbehalt diskutiert: «Dass der Erlös sehr gering ist, aus welchem man in Betracht des Verlustes dieser Wälder für den daraus erwachsenen Nachteil keinen bedeutenden Ersatz und Nutzen hätte.»

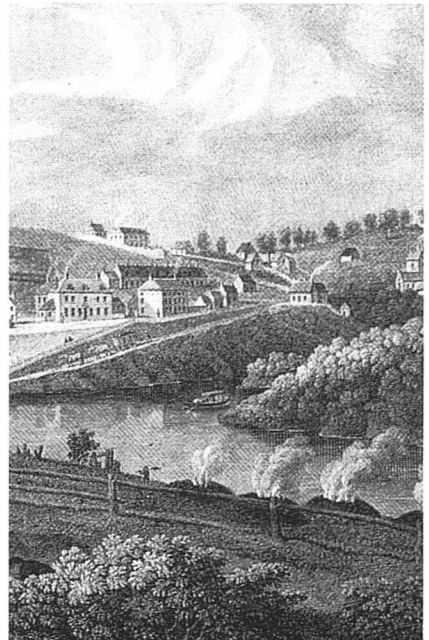
An vielen Stellen musste man wegen solcher Restriktionen Hüttenwerke einstellen. Auch Versuche mit Ersatzbrennstoffen brachten vorerst keine Hilfe.

In dieser Not gelang es Abraham Darby I in Coalbrookdale (bei Birmingham) um 1708 seinen Hochofen mit Koks zu betreiben. Noch war dieses Eisen für die Stahlherstellung ungeeignet, aber langsam lernte man mit diesem Koks Eisen herstellen. Mehr und mehr Hüttenwerke stellten um. An vielen Orten hat dies die Rettung der Stahlindustrie bedeutet.

Ab 1788 wurden auch in Schlesien Versuche mit Steinkohlenkoks durchgeführt. Mit den Blasbälgen war dies ein Fehlschlag; aber verbesserte Gebläse, die Zylindergebläse, führten zum Erfolg. Koks begann sich durchzusetzen und löste nach und nach die Holzkohle als Brennstoff völlig ab.

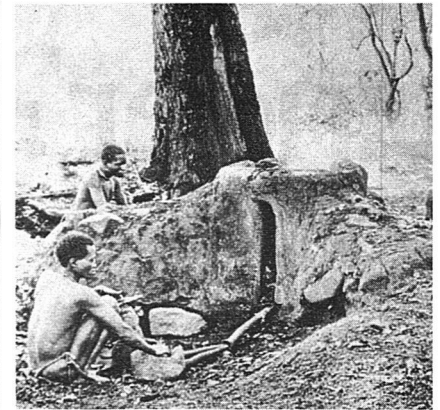
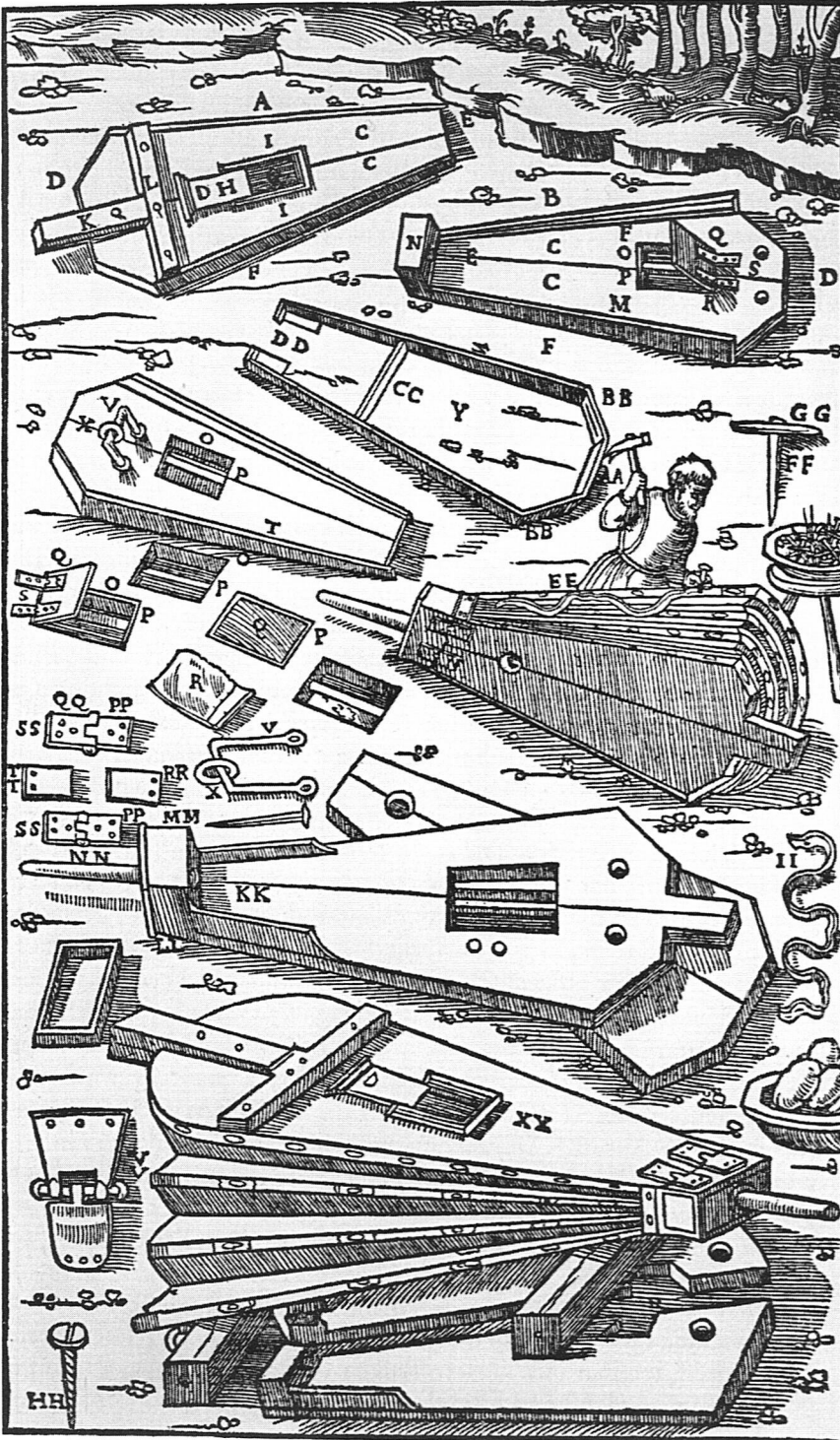


Meilerverkokung bei Coalbrookdale in Mittelengland.



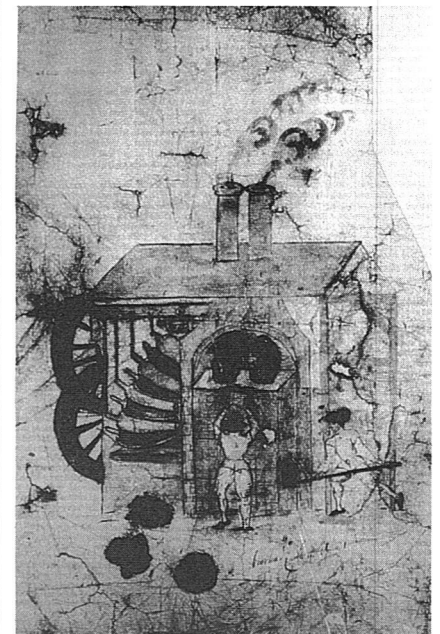
Sauerstoff, Luft, Wind

Für einen Verbrennungsprozess ist Sauerstoff notwendig. Der Eisenhüttenmann nennt dies Wind und tatsächlich wurden die frühesten Rennfeuer mit Hangwind betrieben.



Rennofen in Südafrika. Man erkennt die handbetriebenen Blaskügel sowie die Düsenanschlüsse.

Der Bau von Spitzblasbälgen (nach Agricola).



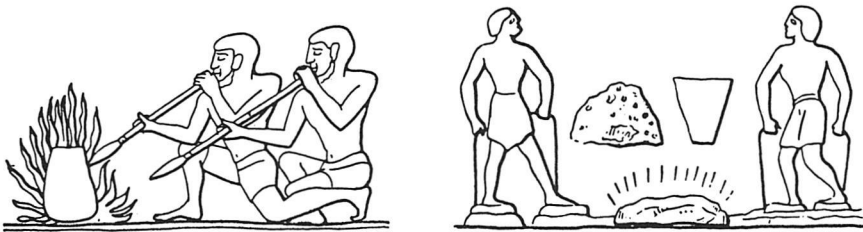
Doppelofen 1581, nach Burchard Kranich

Die Entdeckung des Blasbalges bildete einen wesentlichen Fortschritt.

Ursprünglich manuell betrieben, konnte dann unter Zuhilfenahme des Wasserrades die Windmenge und damit die Temperatur gesteigert werden.

Die Sauerstoffzufuhr der Öfen hat die Entwicklung sehr stark beeinflusst. Natürlicher Wind wurde vermutlich während Jahrhunderten als einzige Windquelle benützt. Der Nachteil (von uns heutigen Menschen aus gesehen) war, dass eine Ofenreise vom Anzünden bis zur erkalteten Luppe Stunden, ja sogar Tage dauern konnte.

Mit der Erfindung des Blasbalges konnte der Mensch den Prozess beschleunigen. Erst waren es Tretbälge oder handbetriebene Blasbälge, wie sie heute noch in Afrika verwendet werden; sie bildeten einen wichtigen Entwicklungsschritt. Dank ägyptischen Zeichnungen können wir uns ein Bild von der Arbeitsweise der früheren Schmiede oder Giesser machen.

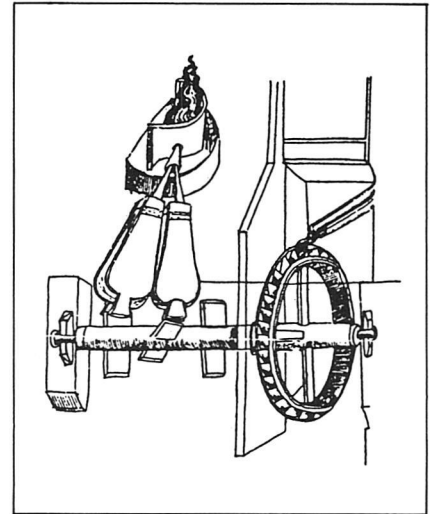


Der Spitzblasbalg verbesserte die Arbeitsweise, damit mehr Luft geblasen werden konnte. Der Ofen wurde heisser betrieben, die Zeit für die Herstellung wurde wiederum verringert.

Während Jahrhunderten blieben die Mengen an verbrauchter Holzkohle fast gleich hoch. Der Wirkungsgrad sowohl für den Erz- wie den Holzkohleverbrauch verbesserte sich kaum.

Entscheidend wirkte sich erst der Einsatz des Wasserrades aus. Ab etwa 1300 n. Chr. begann man die Schmelzhütten an Flüssen zu bauen, um die Blasbälge mit Wasserrädern betreiben zu können. 2 Bälge oder mehr wurden abwechselnd geblasen, es gab ein regelmässigeres und heisseres Feuer. Dies wirkte sich schnell dadurch aus, dass weniger Holzkohle verbraucht wurde, um eine Luppe zu erzeugen.

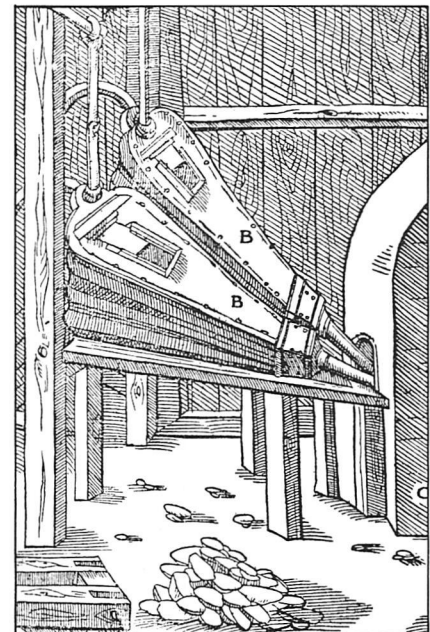
Ob diese frühe Mechanisation durch die Pestseuchen jener Zeit beschleunigt wurde – Mangel an Arbeitskräften – oder ob wirtschaftliche Überlegungen den Ausschlag gegeben haben, können wir nicht wissen.



Mechanisierung durch das Wasserrad. Illustration um 1440.

Schmelzer mit Blasrohr zum Zuführen von zusätzlichem Luftsauerstoff in das Schmelzfeuer. (Rekonstruktion einer etwa 4500 Jahre alten Steinzeichnung nach Murza-Mucha).

Tretblasbälge, aus dem Grabmal des Rehmiré; Ägypten, 1470 v. Chr.



Alternierend arbeitende Blasbälge.

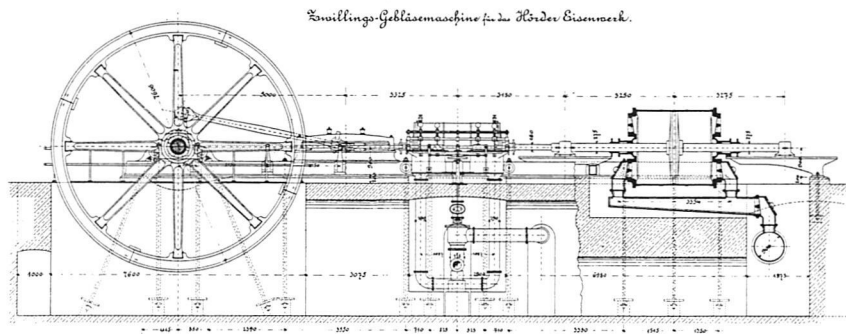
Das Ausbringen stieg, d. h. mit weniger Holzkohle und weniger Eisenerz konnte man mehr Eisen erzeugen. Die Zeit der Rennfeuer war vorbei. Die Öfen wurden höher, man nannte sie Stücköfen, weil die Luppe in einem Stück aus dem Ofen gezogen werden konnte.

Um 1600 begannen die Ofenbauer das Gestell, d. h. den unteren Teil des Ofens enger zu bauen. Wiederum steigerten sie dadurch die Temperatur soweit, dass manchmal flüssiges Eisen entstand. Dieses war durch die Holzkohle im Kohlenstoffgehalt so hoch, dass es brüchig und unbrauchbar war. Man nannte es Saueisen (Pig Iron). So heisst es im englischen Sprachgebrauch immer noch.

Nach langer Zeit wurde im Stückofen je nach Bedarf flüssiges Roheisen oder Luppe hergestellt, bis man im Flossofen dann nur noch Roheisen fertigte.

Als die Spitzbälge nicht mehr genügend Wind erzeugen konnten, musste man wieder nach Verbesserungen suchen.

Ab etwa 1750 wurden hölzerne Blasbälge üblich, bis gegen 1790 die ersten Kastengebläse auftraten, welche eigentlich einen Übergang zum Kolbengebläse darstellten.



1775 erfand der Engländer Wilkinson das Dampfgebläse. In dieser Zeit wurde besonders sichtbar, wie weit Entwicklungsschritte gegenseitig zum Fortschritt notwendig waren.

Durch das Kolbengebläse wurde die Giessereitechnik in die Lage gebracht, Zylinder von hoher Güte zu geniessen. Diese wurden wichtig für die Dampfmaschinen und Dampfgebläse. Schritt für Schritt verbesserte man die Technik. Als man anstelle von Holzkohle mit Koks zu arbeiten begann, suchte man wieder Wege, um besseres Eisen zu erhalten; so begann man 1829 den Wind vorzuwärmen. Der Erfolg war schlagartig. Anstatt dass man wie vorher mit Kaltwind 800 kg Koks pro 100 kg Roheisen verwendete, brauchte man bei einer Windtemperatur von 150°C nur noch 520 kg.

Ab dem 16. Jahrhundert brauchte es nur noch halb soviel Holzkohle, d. h. etwa 400–500 kg Holzkohle, um 100 kg Eisen zu erschmelzen.

Dampfzylinder-Gebläse um 1880 beim Hörders Eisenwerk.

Der moderne Hochofen braucht um 40 kg Brennstoff pro 100 kg Roheisen. Windtemperatur bis 1200°C. Pro kg Koks ca. 3,8 m³ Wind.

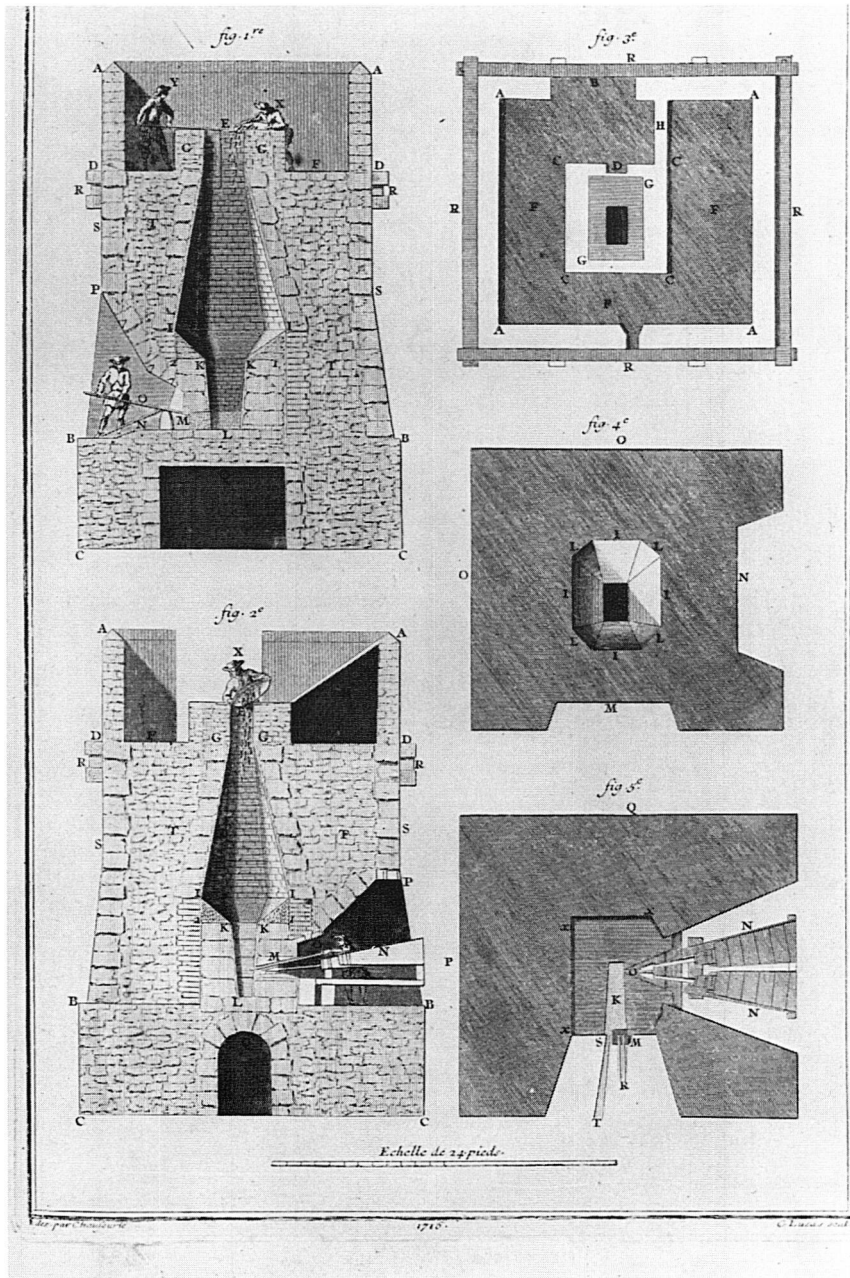
Vom Rennfeuer zum Hochofen

Eigentlich dreht sich die Entwicklung vor allem um die Temperaturen. Metallurgie ist Chemie bei hoher Temperatur. Um die Chemie, d. h. die Reduktion, gut zu beherrschen, mussten immer höhere Temperaturen angestrebt werden. Ausgehend vom Erdmuldenofen, zog man seitlich Wände hoch, um Temperaturverluste zu verringern.

Bei etwa 300°C beginnen die drei wichtigen Stoffe Eisen, Kohlenstoff und Sauerstoff zu reagieren. Unterhalb des Schmelzpunktes



Der Stückofen im Maderanertal (Uri), 16./17. Jahrhundert.



Französischer Hochofen mit offener Brust von Grossouvre (Nivernois) aus dem Jahre 1716.

Die Verengung der Schmelzzone führte zu höheren Temperaturen (um 1600).

von Eisen (1530°C) erfolgt die Reduktion der Eisenoxyde durch Kohlenoxyd (CO), oberhalb durch Kohlenstoff. Erst ab etwa 1000°C erreicht die Arbeitsgeschwindigkeit ein technisch-wirtschaftliches Mass. Mit Hilfe des Blasbalges wurden höhere Temperaturen im Ofen erreicht, man beschleunigte den Reaktionsablauf.

Auf diesem Stande verhartete die Entwicklung während Jahrhunderten. Erst durch die Mechanisierung mit Hilfe des Wasserrades wurde wieder ein entscheidender Schritt getan. Die Öfen konnten wieder höher gebaut werden, weil so mehr Sauerstoff per Zeiteinheit zugeführt werden konnte.

Ab diesem Zeitpunkt dürfte wohl immer öfter Saueisen, d. h. flüssiges Eisen entstanden sein, das die Leute jedoch nicht brauchen konnten. Es war mit Kohlenstoff angereichert und damit spröde und nicht schmiedbar.

Als zur Erreichung noch höherer Temperaturen die Wände des Schachtes unten enger gestaltet wurden, brach endgültig die Zeit des flüssigen Eisens, des Roheisens, an.

Die Ofenhöhe war nun für den Einsatz von Holzkohle bei etwa 20 m an der Grenze angelangt, da die nachgefüllte Säule von Erz und Holzkohle letztere zusammendrückte. Der Übergang zum härteren Koks löste dieses Problem. Das damals erzeugte Roheisen wurde direkt zu Kanonenkugeln und einfachen Gegenständen gegossen.

Ins 14. Jahrhundert fällt die Entwicklung des Frischens. Damit konnte aus dem Roheisen wiederum Stahl hergestellt werden, indem man es in einem flachen Herd mit Holzkohle mischte. Das Roheisen wurde so in Stahl übergeführt und damit wieder schmiedbar gemacht.

Der Hochofen ist in seiner Form aus dem Rennfeuer entstanden, seine Grundform, das Profil des Schachtes, hat sich wenig verändert.

Bis etwa zur Mitte des vorigen Jahrhunderts verbrannte das entstehende CO_2 -Gas (Gichtgas) nutzlos. Heute bildet das Gas eine Grundlage für die Energiewirtschaft der Hüttenwerke. In Winderhitzern (Rekuperatoren) wird mit den heissen Gasen der Wind wieder erhitzt (seit 1832).

Die Gestelldurchmesser (d. h. in der Verbrennungszone) reichen bei modernen Hochöfen bis über 15 m hinaus.

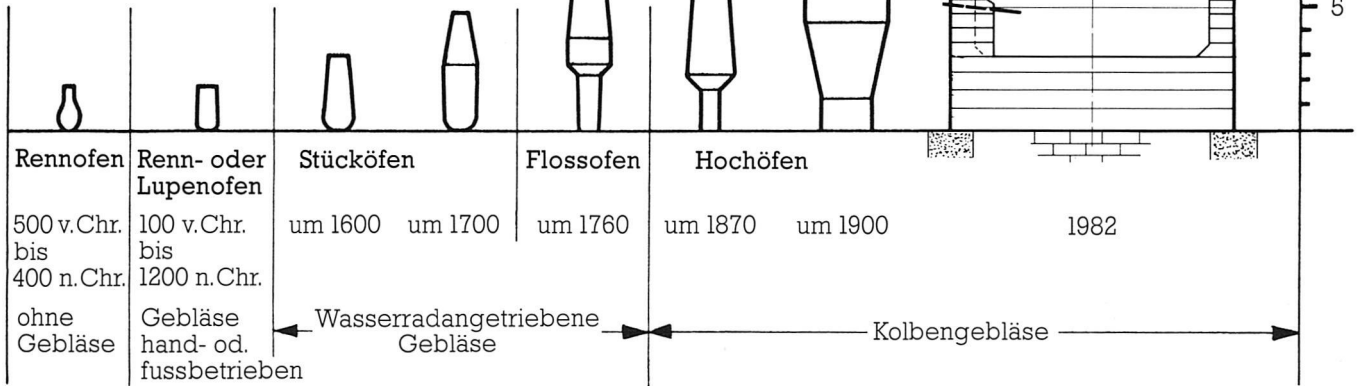
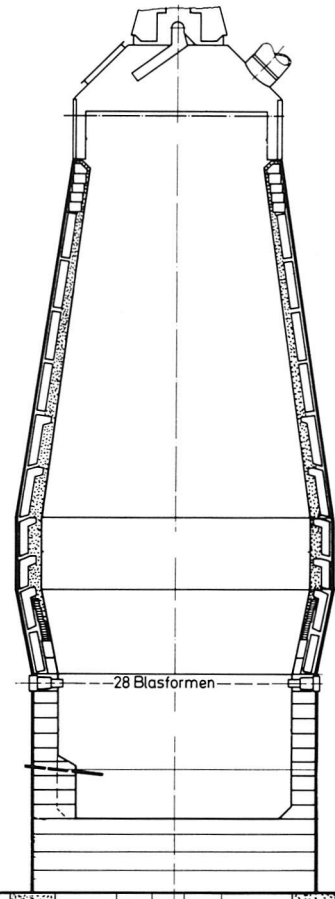
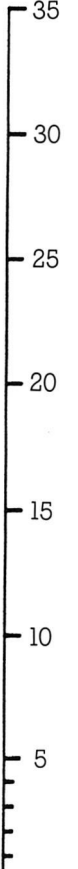
In der Schweiz sind keine Hochöfen mehr in Betrieb, weltweit werden jedoch noch heute etwa 500 Millionen Tonnen Roheisen, in Hochöfen erzeugt.



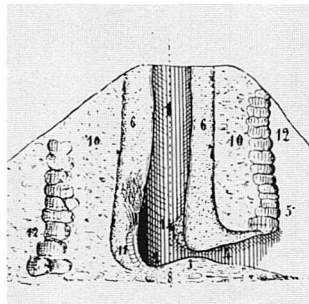
Hochofen von Adamov (CSSR).



Meter



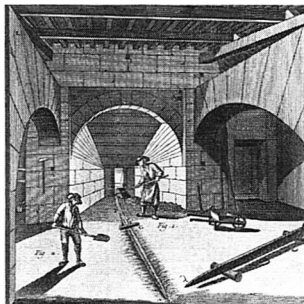
Rennofen



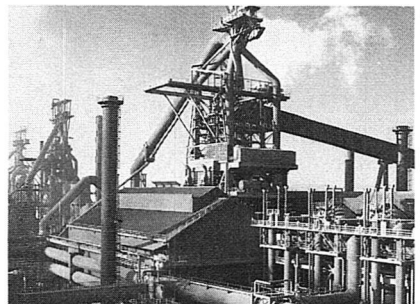
Stückofen



Flossöfen

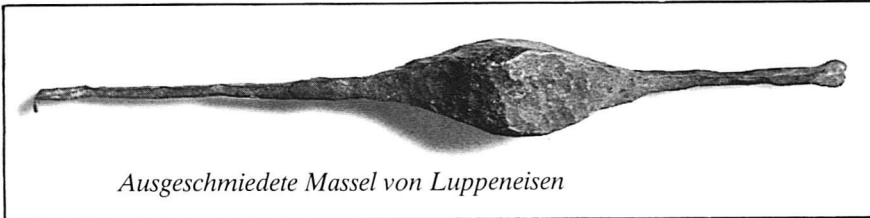


Hochofen



Produkte des Rennfeuers

Am Boden des Ofens entstand die Luppe, d. h. reduziertes Eisen sammelte sich in teigigem Zustand, vermischt mit Schlacke.



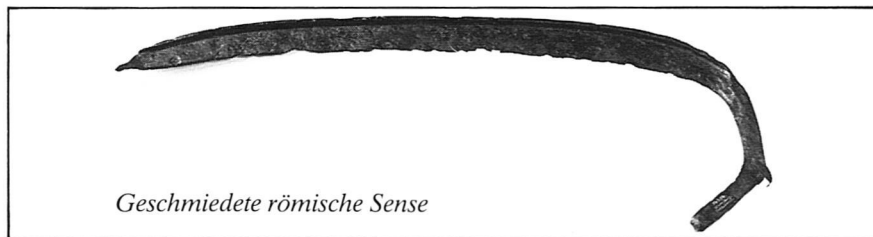
Ausgeschmiedete Massel von Luppeneisen

Dieser «Kuchen» wurde ausgehämmert und zu Gebrauchsgegenständen verarbeitet.

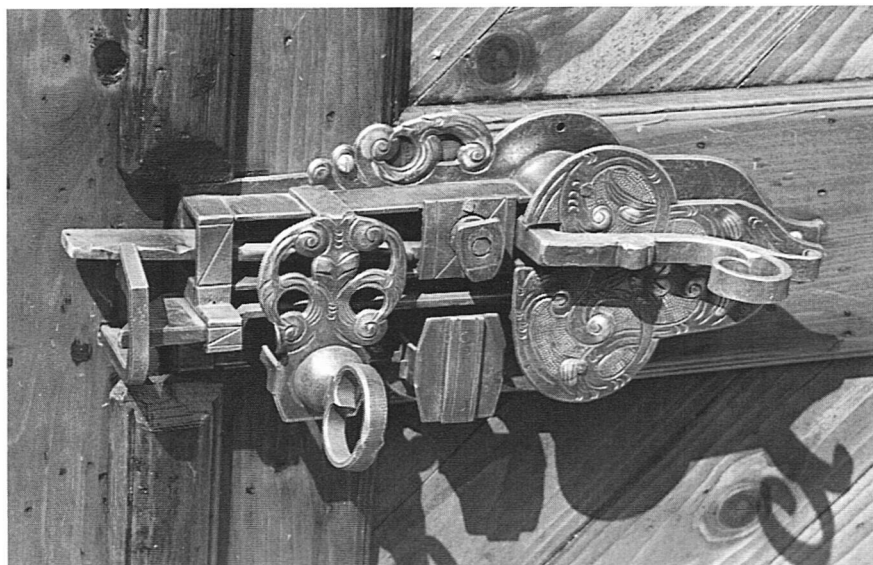
Geräte wie Hacken, Spaten und Sicheln aus Eisen trugen zur Produktivitätssteigerung in der Landwirtschaft bei.

Helme, Waffen und ganze Rüstungen wie auch Dolche oder Speerspitzen aus Eisen führten zur Überlegenheit in Kriegen.

Vielerlei Geräte und Hilfsmittel konnten aus Schmiedeeisen gefertigt werden. Nicht zu vergessen sind auch die kunstgewerblichen Gegenstände, Wirtshausschilder, Gitter und Tore, Schlösser und Türbeschläge.



Geschmiedete römische Sense



Rohluppe, wie sie dem Ofen entnommen wird.

Der Blatner.



Blatner waren Schmiede, die Helme und Rüstungen herstellten

Altes handgeschmiedetes Türschloss

*Die Herausgabe dieser Broschüre
wurde durch Beiträge und Leistungen
folgender Firmen und Zunftfreunde
ermöglicht:*

*+GF+ Georg Fischer Aktiengesellschaft
Schaffhausen*

*V. Schaufelberger AG Fotolithos
Winterthur*

*Frey+Co. Satz und Druck
Andelfingen*

*Text: Hanspeter Britt, Giessereiingenieur
Winterthur*

Grafik: Valentin Zandonella, +GF+

Titelfoto: Heinz Hasler, +GF+